

スギ林の腐植質中に於ける自然落下種子の 発芽生理に関する研究

須 藤 昭 二

(山形大学農学部造林学研究室)

Shoji SUTO* : Physiological studies on the germinative property of self-sown seeds in humus of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) forest.

(1) 緒 言

現在スギの優良林分は秋田スギを除いてその多くは人工造林によつて出来たものであるが、天然更新に関しても古くから検討された問題であり新しい事実が次々に発見されて來ている。而して天然生の稚樹は腐植土に育ち得ないと云うことは一般林業家の通念になつている。近時提唱された倉田博士の菌害回避論は更新上まことに意義深いものであるがスギの天然更新の場合にも妥当性があるかどうか検討を要する問題である。

茲に筆者は腐植質中に自然落下した種子の不発芽現象を認め、その不発芽性の原因と種子自体の生理機構を研究する機会を与えられたので、天然更新の基礎的研究の一部として茲に発表を試みることにした。尙この研究について終始懇篤な御指導を忝うした石川農学部長、斎藤孝藏教授並びに実験及び調査に際して援助された板垣善作、堀敬次の両氏に対し謹んで感謝の意を表する。

(2) 調査の概要並びに研究方法

調査地は山形縣西田川郡城山国有林（鶴岡営林署管内）と山形大学農学部附属演習林（山形縣東田川郡本郷村）の2ヶ所の外に月山及び羽黒山麓並びに鶴岡市郊外のスギ林を随時調査したものである。何れも母樹が40～60年生のものであり、落下種子は土壤條件に依つてその生活型を異にする。母樹から地上に落下する数量は1平方m当り約4000粒の数字を示し、種子の沈降する深さは1cmから2cmの程度であつて、従つてF層とH層とが自然落下種子の発芽に直接対象となる。林内の伐株や或は倒木の腐朽したもの、路傍又は無機質土壤等に多くの天然生稚樹が生えているのをよく観察することがある。次にスギ林土壤のpH値を調査した結果腐植質と鉍質褐色土とで大差なく、腐植質は5.9～6.0鉍質褐色土は5.5～5.6であり、スギの生育に何等支障のない値を示している。1平方m当りの落下種子4000粒の内約5%がスギタネバチ (*Megastigmus cryptomeriae* Yano) の虫害種子が混つており、その他不発芽種子も当然含まれている筈であるから発芽能力を有する種子は少くとも17～20%位は存在してもよいように考えられる。越冬したところの自然落下種子を1951年5月8日、本学演習林の約40年生のスギ林のH層

* Contributions from the Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Yamagata University. No. 14 (February, 1952)

から採取し発芽試験を試みたが4%の発芽率を示し、それから2週間後同様な事を繰返したが発芽種子を見出すことが出来なかつた。一般に種子の発芽には温度水湿及び呼吸に要する酸素等を必要とし、これが適度に与えられることによつて直ちに発芽を開始するのである。ヒューマス中のスギ種子が不発芽となる原因を追究するために林内土壤（城山国有林及び山田農学部演習林）の腐植質と鉄質褐色土に就き夫々発芽条件を同一にして5月下旬から6月上旬（1951）にかけて実験室内で昨秋採集の貯蔵種子を播下豫備的実験を試みた結果、両区共ほぼ同様な発芽成績を示した。何れも供試材料は100粒をランダムに抽出したものである。斯様な点から微生物の寄生により、発芽を阻止するものであると考えられず寧ろヒューマス中に於ての発芽因子として水分が最も大きな役割を持つものであると思われるようになった。

以上の事実から種子の水分吸収性を第一義的なものと考え外的条件として土壤の性質と水分との関係を扱い水分吸収機作に関係する種子組織に就てはブアン液で固定し顕微鏡的な観察を行つた。内部組織或は水分生理に関して該種子と外部形態の類似するヒノキ及びアスナロの種子を選定した。後者は天然更新可能な樹種であるからスギと比較対照を試みる上に好適な材料と考えた。

(3) 実 験 成 績

1) 土壤の性質と水分関係

6月上旬の土壤水分含量を調査した結果第2表の通りである。夫々風乾土壤をもつて土壤の性質と水

Table 1. Moisture content, Water capacity and porosity

Sampling place and Soil types	Soil Condition	Weight of 100cc Soils	Moisture Content in 100cc Soils	Water Capacity			Porosity	Volume Specific gravity
				Suck up time	Weight	Capacity		
1	Coarse	61.1	4.94	387.52	146.47	82.02	74.66	0.56
	Dense	69.8	5.64	731.30	110.41	70.86	71.04	0.64
2	Coarse	60.1	3.95	11.55	114.60	64.18	75.84	0.56
	Dense	72.4	4.76	9.07	111.69	138.50	70.63	0.68
3	Coarse	111.6	3.43	0.14	44.31	47.85	59.25	1.08
	Dense	128.4	3.94	0.30	40.05	49.66	53.20	1.24
4	Coarse	99.1	3.22	0.30	51.33	49.28	61.45	0.96
	Dense	117.1	3.81	1.19	43.19	48.80	54.61	1.13

Table 2. Comparison of soil water.

Sampling place and Soil types	Moisture Content	True specific gravity	Absolute air capacity	Hygroscopic Coefficient	Colloid content	Moisture content of soils at the early in June
1	%	%	%	%	%	%
2	80.9	2.21	0.09	10.59	3.53	44.8
3	65.8	2.32	5.83	9.53	3.18	51.1
4	30.7	2.65	7.47	3.04	1.01	12.0
5	32.5	2.49	8.99	4.15	1.38	12.8

- 1.....Humus. (Shiroyama National forests)
- 2.....Humus. (Yamagata University forests)
- 3.....Mineral brown soils. (Yamagata University forests)
- 4.....Loam. (Yamagata University nurserys)

分関係とを示した。尙壤土は山形大学農学部苗畑土であり、相当粘土質に富んでいることを特に指摘して置き度い。

6月上旬に於ける林内土壌の水分含量は同一地内にあつても腐植質が鉍質褐色土の約4倍の含有を示して居り、含水量に関しては重量及び容量共腐植質が最も多く、壤土鉍質褐色土の順序であり、又10cmの高さに水を吸昇させた時間は土壌の粗密の別はあるが、鉍質褐色土は14分と30分、壤土は30分と1時10分であり、腐植質は11時55分から16日3時52分及び9時7分から30日11時30分と云う長時間を要し腐植質は水分の滲透性が極めて悪く、従つて水分の発散する量も極めて少ないことがうかがわれる。容積比重並びに眞比重は鉍質褐色土が最も大きく次に壤土腐植質の順序となつて居り、又風乾土壌の含水率をみるに腐植質が多く鉍質褐色土が最も少ない。土壌の孔隙量に就ても腐植質が多く同様な結果となるのであるが、容気量に関しては腐植質が最も少なく孔隙量や含水量に対し逆の傾向を示している。又容積重に就ては勿論比重に順応して居り鉍質褐色土は石英や長石の比重に近似して居り、これと反対に腐植土には所謂腐植含量が多くそれだけ比重も小さくなり容積重も亦小さくなつて居る。吸濕水は勿論土壌の内表面積に比例するものであり土壌粒子を構成する物質の分子間引力によつてその表面に附着されるのであつて、大気中の水蒸気或は直接接触する液体相の水に由來するものであり種子の発芽或は普通の植物の根の示す強力な滲透圧をもつてしても吸収することは出来ないものであるが、夫々土壌の性質を考える場合に当然これが間接的に必要になつてくるのであり、何れも腐植質は大きな数字を示している。膠質量もこれと同様なことが云われる。一般に発芽生育に対して常に土壌中の水と空気とが適当な量割合で存在することが肝要であるが、腐植質に関しては水と空気との含有率の差が頗る大きく、それが水分過剰に偏しているものであつて、適量の割合であるとは決して云えなく、むしろ逆の数字があらわれている。水分吸収能もその重量自体以上の吸収能を持つており、従つて土壌の含水量を著しく増大していることが知られた。

2) 種子の吸水容量及び吸水経過

スギ、ヒノキ及びアスナロに関し吸水速度の実験を試みたが、何れも種子100粒をランダムに抽出し室内温度19.0°C 水温12.0°C 内外の水を500cc容量のビーカーに入れ夫々の種子を同時に浮かばせて沈降する時間を測定したものであるが、スギ種子は約3時間で沈降し、ヒノキ種子は42時間、アスナロ種子は24時間を要した。單に吸水速度の点からみてもスギ種子はヒノキ及びアスナロ種子に比較して水分透過性の強いことが認められる。

気乾状態の種子重量はスギ 3.85 ± 0.268 (mg) ヒノキ 2.75 ± 0.204 (mg) アスナロ 4.69 ± 0.685 (mg) のものを発芽試験器(25°C)に入れ24時間毎にその重量を測定し30日間同様な操作を繰り返えし、その平均値は第3表及び第1図に示す様な結果を得た。種子発芽迄の吸水容量はスギ種子 4.22 ± 0.547 (mg) ヒノキ種子 3.36 ± 0.413 (mg) アスナロ種子 4.49 ± 0.563 (mg) であつて、吸水の経過に就ては三者共ほぼ同様な傾向を示しているが、最初は共に急激に上昇し其の後ヒノキ及びアスナロ種子に関して漸次上昇して居るが、スギ種子は初期の急激な上昇後一旦僅かに下降の状態にあり、後全体的に極く僅かな吸水を示し

しかる後発芽の段階にいたる。

Table 3 Average of water absorption by tree seeds.

Days	Sugi <i>Cryptomeria japonica</i>	Hinoki <i>Chamaecyparis obtusa</i>	Asunaro <i>Thujopsis dolabrata</i>
	mg	mg	mg
0	0	0	0
1	0.74±0.106	0.23±0.048	1.09±0.216
2	1.12±0.143	0.39±0.072	1.66±0.308
3	1.61±0.146	0.71±0.119	2.02±0.303
4	1.59±0.196	0.79±0.160	2.44±0.314
5	1.64±0.210	0.88±0.162	2.65±0.317
6	1.70±0.202	0.96±0.176	2.95±0.322
7	1.80±0.195	1.20±0.190	3.02±0.329
8	1.87±0.220	1.45±0.190	3.02±0.328
9	1.83±0.219	1.54±0.205	3.16±0.348
10	1.90±0.218	3.36±0.413	3.24±0.346
11	2.01±0.236	—	3.31±0.347
12	4.22±0.547	—	3.70±0.361
13	—	—	3.70±0.355
14	—	—	4.49±0.563

状態を調査するために冷凍室 (+4°C 及び -4°C) 内で夫々種子の吸水経過を測定したが第 4 表及び第 2 図に示す様な結果を得た。+4°C に於てスギ種子は最初の 2 日間は全く吸水せずヒノキ、アスナロの両種子も同様 3 日間は夫々吸水量をみる事がなく、又 -4°C でもスギ種子は 2 日目、ヒノキ種子は 4 日目、アスナロ種子は 3 日目から夫々吸水している。+4°C に対する三者の傾向は +25°C 下に於る吸水経過とほぼ同様な曲線をあらわしているが吸収量は勿論低温区が絶対的に少なく、その速度も亦非常に緩慢である。次に -4°C 下に於て三者を比較するにスギ種子の初期の吸水量は多く、ヒノキ種子は最も少なく、又アスナロ種子は後期に於て相当な吸水量を示しスギ種子は両区共吸収性についてあまり大きな差異を示さない。これ等吸水量の測定に際して種子面に附着する水分は出来得る限り除去した。少量の吸収及び吸収性質の緩慢な結果から一応物理的数値が大なるものでないかと疑われ、種子内の貯蔵物質の変化に就て観察したのであるが、これに先き立ち +4°C 下のスギ種子に関しては置床後 3 日目で完全に発

Fig 1. Average of water absorption by tree seeds.

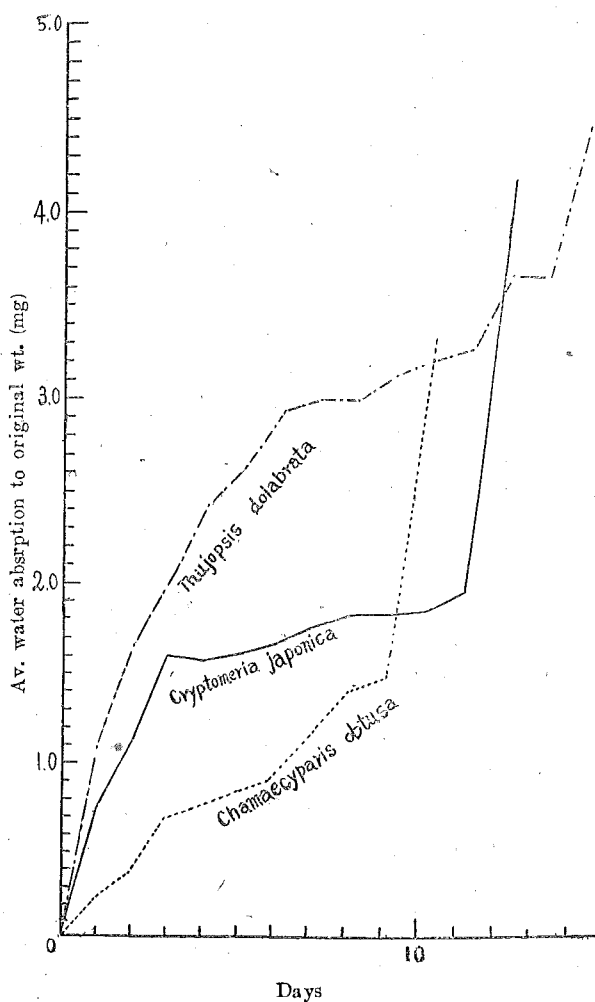


Table 4. Water absorption by tree seeds at a low temperature. (+4°C, -4°C)

a) +4°C			
Days	Sugi <i>Cryptomeria japonica</i>	Hinoki <i>Chamaecyparis obtusa</i>	Asunaro <i>Thujaopsis dolabrata</i>
	mg	mg	mg
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0.55±0.142	0	0
4	0.64±0.134	0.27±0.064	0.80±0.138
5	0.67±0.123	0.33±0.060	0.85±0.150
6	0.71±0.124	0.35±0.050	1.05±0.294
7	0.84±0.142	0.53±0.082	1.09±0.209
8	0.84±0.142	0.56±0.086	1.15±0.231
9	0.84±0.142	0.56±0.086	1.15±0.231
10	0.84±0.142	0.56±0.086	1.15±0.231
11	0.91±0.137	0.63±0.086	1.51±0.224
12	0.91±0.137	0.78±0.112	1.56±0.224
13	1.04±0.137	0.80±0.105	1.63±0.214
14	1.04±0.137	0.80±0.105	1.63±0.214
15	1.04±0.137	0.80±0.105	1.68±0.232

b) -4°C			
Days	Sugi <i>Cryptomeria japonica</i>	Hinoki <i>Chamaecyparis obtusa</i>	Asunaro <i>Thujaopsis dolabrata</i>
	mg	mg	mg
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0.08±0.022	0	0
3	0.16±0.066	0	0.08±0.041
4	0.40±0.026	0.08±0.025	0.37±0.103
5	0.40±0.026	0.12±0.086	0.58±0.143
6	0.49±0.096	0.18±0.087	0.81±0.157
7	0.58±0.122	0.18±0.087	0.89±0.178
8	0.58±0.122	0.18±0.087	1.00±0.151
9	0.58±0.122	0.18±0.087	1.00±0.151
10	0.53±0.122	0.18±0.087	1.28±0.228
11	0.67±0.126	0.20±0.086	1.54±0.203
12	0.78±0.122	0.28±0.091	1.66±0.200
13	0.81±0.119	0.28±0.091	1.65±0.200
14	0.81±0.119	0.28±0.091	1.66±0.200
15	0.89±0.097	0.31±0.088	1.73±0.192

芽の現象を認めたのである。その発芽時の水分吸収量は 1.20 ± 0.264 (mg) であり、また -4°C 区にても同様 0.60 ± 0.125 (mg) の吸水量で置床後7日目で発芽しており、ヒノキ及びアスナロ種子に関しても同様に $+4^\circ\text{C}$ 及び -4°C 下で20日間観察したのであるが斯様な発芽の現象を全く観ることが出来なかつた。低温と発芽の生理に就ては全く興味深いことであり、貯蔵物質の變化に關して FEHLING 液で還元糖の檢出を行つた結果 $+4^\circ\text{C}$ 下のスギ種子は非常に多量であり、ヒノキ及びアスナロ種子も若干栄養組織からそのまま胚へ移動しているのが觀察された。また -4°C のものは何れも糖化されているが栄養組織にだけ認められ、これ等は未だ初期の分解であつて、勿論スギ種子は強

く、ヒノキ、アスナロ種子の順序であつた。低温に於ける貯蔵物質の糖化現象及び種子自体の水分吸収能に就ては興味深いものがある。

3) 種子の解剖的觀察

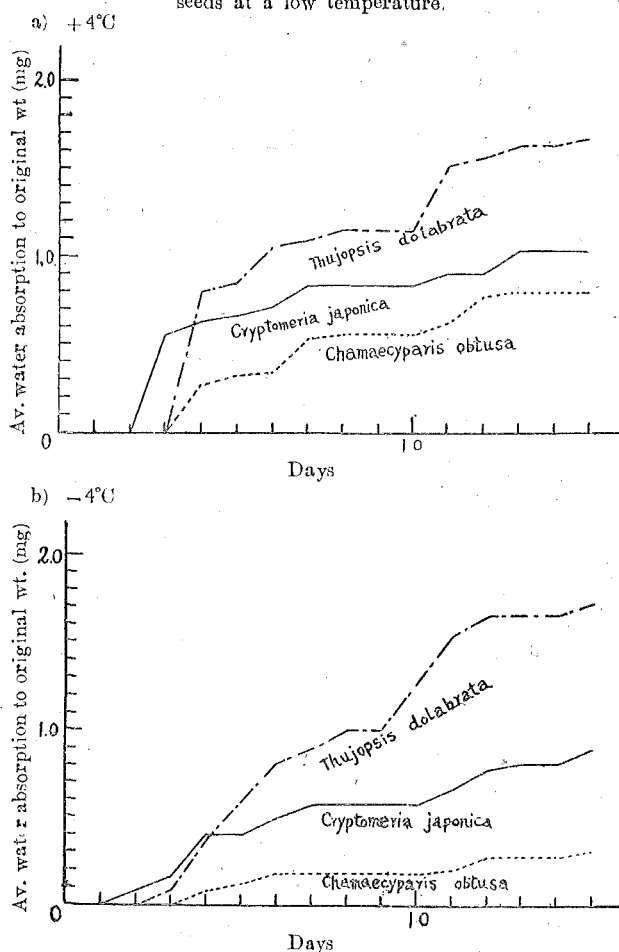
材料は前記の如くヒノキ及びアスナロを対照にし夫々ブアン液で固定しデラフィールドのヘマトキシリン、ハイデンハインのヘマトキシリン及びサフランで染色し觀察を行つた。また、生体染色の試料は樹脂を多量に持つてゐる爲染色前に何れも95%アルコールで2~3時間浸漬し、その後染色し觀察を行つたものである。

ヒノキ及びアスナロ種子に脂槽(樹脂囊)を有することは外觀的にも明かに認められるが第3図に示す通り、ヒノキは4個、稀には3個或いは5個を有し、アスナロは規則的でないが多くの樹脂囊(R. s)を有しており、スギ種子には樹脂囊の組織は認められない。これ等の樹脂の性質は濃厚な苛性加里液とアンモニア水とに依り不揮発なものであることを確め、それ等の分布に就てはズダンⅢ、アルカニン及

び醋酸銅飽和水溶液によりヒノキ、アスナロの樹脂囊 (R. s) に多量の樹脂が存在することを認めたのである。アスナロ種子には石細胞 (S) 及び柔組織 (P) に散在的に薄く現われ、栄養組織の周辺には全面的に強く樹脂の反応が認められる。ヒノキ種子に就ても、石細胞 (S) や柔組織 (P) にアスナロ種子と同じ程度に現われるが栄養組織の周辺に全く樹脂反応が認められない。スギ種子は樹脂囊 (R. s) は無いが、栄養組織の周辺にアスナロ種子程強くないが、かなりの樹脂反応が現われ又石細胞 (S) 及び柔組織 (P) にも極めて弱い反応を示している。スギ種子の表皮細胞 (E) 及び柔組織 (P) には塩化亜鉛沃素液に依り非常に強い澱粉反応が現われ、又石細胞 (S) にも散在的に弱く澱粉粒の存在が認められた。ヒノキ種子のこの種の反応は表皮細胞 (E) にはスギ種子よりも弱い反応であるが柔組織 (P) にはスギ種子よりも、はるかに強く出ている。又胚盤 (Sc) に少々強い反応が現われ胚組織

には散在的に澱粉の存在を見たのであるが、これは切片製作の時に移動したものでないかと思われる。アスナロ種子は胚盤 (Sc) 及び栄養組織の周辺に反応を示しており、胚盤 (Sc) にはヒノキ種子程強く現われなく表皮系組織に全く反応を認められない。タンニン反応は塩化鉄、硫酸鉄及び重クロム酸加里液を用いて行つたのであるが、スギ種子は表皮細胞 (E) 及び柔組織 (P) に極めて強くあらわれ、反応程度は両組織共同様な結果を示しているが柔組織そのものがヒノキ種子、アスナロ種子の柔組織と比較するに非常に厚くなつてゐる爲め反応も顯著であり全面的に分布している。ヒノキ種子は表皮細胞 (E) 及び柔組織 (P) の一部にあらわれ、スギ種子とほぼ同様な強反応を示している。然し乍ら樹脂囊 (R. s) の周辺にある表皮細胞及び柔組織には他の反応部分よりも弱く出ていることが認められ、栄養組織に近いところの柔組織内にはタンニン反応が認められない。アスナロ種子のタンニン反応は表皮細胞 (E) に弱くあらわれ、又柔組織 (P) にはスギ種子及びヒノキ種子よりも極めて弱く樹脂囊 (R. s) の周辺以外の柔組織 (P) には散在的に強く現われており、翅の表皮細胞 (E) には非常に弱い反応を示している。濃塩酸のフロログルシンで木質反応を検するに何れも全く認められなかつた。

Fig. 2. Average of water absorption by tree seeds at a low temperature.



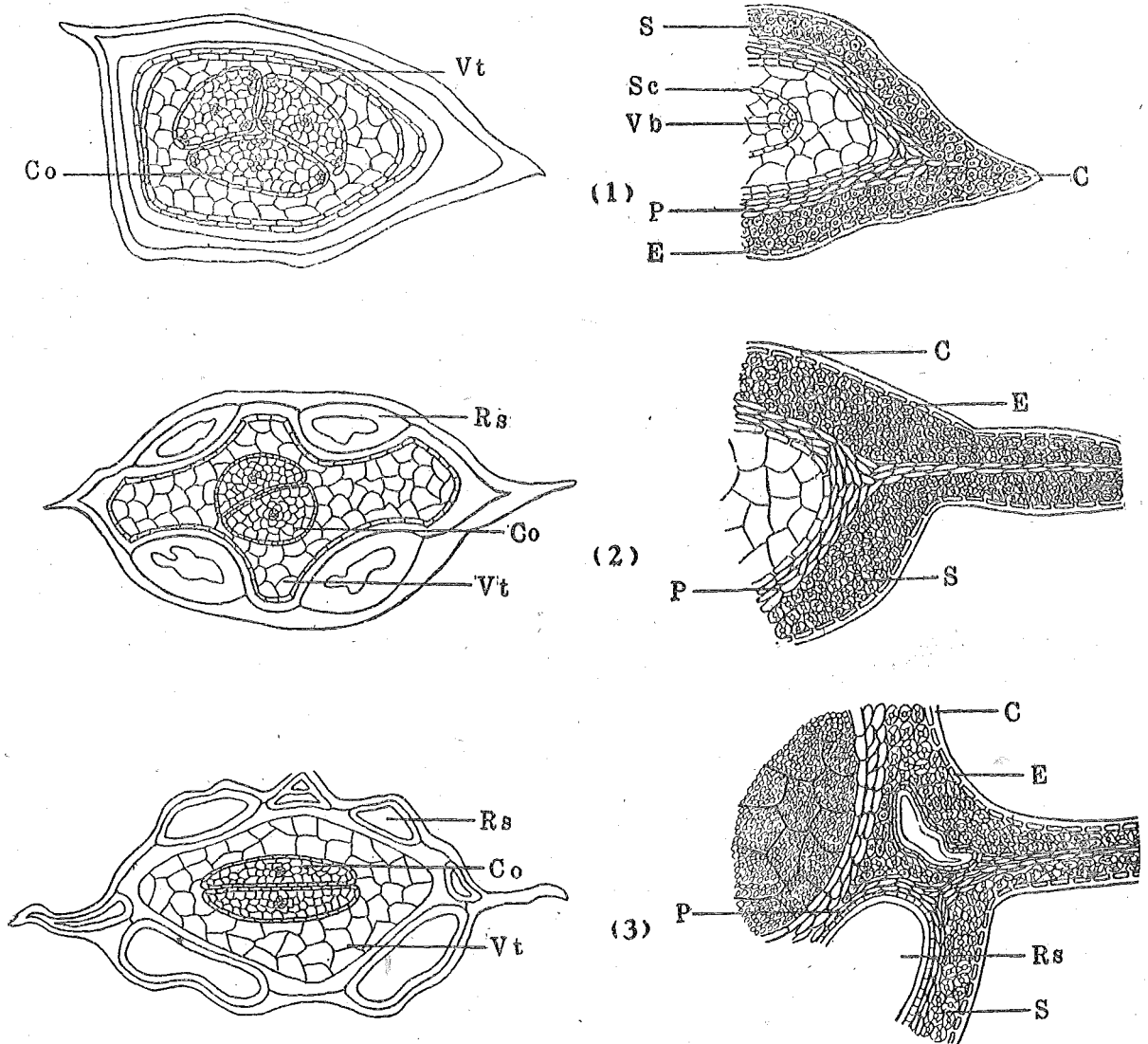


Fig 3. Transvers section (5×10) and seed-coat tissue (12×45) of Sugi, Hinoki and Asunro Seed.

(1).....*Cryptomeria japonica* D. Don

(2).....*Chamaecyparis obtusa* Endl.

(3).....*Thujopsis dolabrata* S. et Z.

E.....Epidermis

P.....Parenchyma

Vb.....Vascular bundle

S.....Stone cell

C.....Cuticle

Rs.....Resin sac

Sc.....Scutellum

Co.....Cotyledon

Vt.....Vegetative tissue

(4) 考

察

種子が土壤から水を吸収することに対して或程度迄土壤の含水量が関係し腐植質が最も多く、いわゆる鉾質褐色土が少ない結果を示したが、その程度を超えて含水量が多くなると、それが必ずしも吸水の限定要因となり得ないのである。それには含水量以外に種々の要因が複雑に関係しているのであり、これ

等の要因中、重要視されるのは土壤の保水能であり、先ず容水量に就て見るに（芝本：宮崎1937；杉本1942）とほぼ同様な傾向を示したが土壤が重力に抵抗して吸収保持し得る全水分の量であり、種子発芽に必要な水分以外に無効水分の量が発芽を妨げる1因子であろうと考えられる。本地方の様な多雪地帯に於ては春期の融雪水が最も重要な問題であり土壤中に滲透する割合は土層の透水性又地表の状態及び土壤水分含量に依つて制約されるのは勿論、土壤の透水性が孔隙率によつて規定され、鉍質褐色土は滲透容量が最も大きく、これに反し腐植質は緻密で且つ粒子團結性のもので滲透容量は小さい。第1表中の吸水上昇時間を見るに鉍質褐色土と腐植質との差が余りにも大きく、腐植質の水分浸透が頗る緩慢であり、而も一旦吸水したならば容易に蒸発乃至は乾燥する事がないと云うことがうかがわれ、特に東北裏日本にある当地方は関東及び関西地方と気候的に勿論違い、秋季より翌春の発芽開始期迄雨雪共に多く、春時の融雪の頃は殆んど林内腐植質は水分の飽和状態が豫想される。一方その期間中に種子体内の活動が開始され、種子自体として非常に外界の諸要因子に対する感受性が大きい時、土壤水分過多が種子の腐敗を誘発するものであらうと思われる。無論そうした場所に倉田氏の主張する処の病原微生物の棲息はまぬかれないものであり、又傳播を助けることになるのであらうがヒューマス以外の所謂鉍質褐色土或は伐倒木の腐朽したもの等は水分過剰に偏することなく、種子の発芽に必要な水分量を保持する事が出来ると思われる。これ等発芽可能の鉍質褐色土と発芽困難である処の腐植質とを比較した場合種子の発芽生理に及ぼす直接の影響としては土壤内の水分及び通気が最も大きな関係があり、両者は土壤の孔隙中で相互に拮抗する性質を有するため、土壤水分の過剰は土壤の通気を不良にし発芽生育に不利となることが多いのである。又種子は呼吸作用を営みながら水分吸収を行い、それを円滑に行わせるために土壤の通気状態を出来る限り活動に都合のよい状態におかなくてはならない。斯様に土壤水分は気象的因子と土地的因子或いは地床植生等により影響されることは当然であり土壤中に於ける水分経済は極めて複雑なものであり、且つ重要な問題になつてくる。

前記の様にヒノキ及びアスナロ種子と比較した場合これ等の種子に多量の樹脂を有しており、従つてこれが生理的機能に大きな影響を与えている。然し乍ら樹脂そのものは発芽現象に対し直接新器官形成の構成物質として活動するものでなく、外的條件に抗すべき役割を持つものであり、スギ種子には若干の樹脂は認められるが、ヒノキ及びアスナロ種子程の大きな作用はなく、むしろタンニンが他の種子よりも多く存するのであるから、これが内部を保護すべき重要な物質になるのであると思われる。吸水速度に就て、スギ種子は最も透過力が強くこの点樹脂の含有量に相当原因するものであつて夫々種子の吸水経過を見るに、スギは最初の急激な上昇の後に一旦僅かに下降を示しており発芽生理に関し特に注意されなければならない点である。貯蔵物質が新器官の形成の構成材料としてのみならず炭素、水素及び酸素が全体として減少することは勿論発芽に際して力源獲得のため盛んに行われるところの呼吸作用に用いられ、炭酸ガス及び水として排出せられることを意味するものである。水分吸収能と併行的に種子内に於ける分解酵素の作用が考えられ、ヒノキ及びアスナロ種子は、スギ種子程急激な物質の変化はないものであらうと一応重量の変化から推論されるのであり、又還元糖の反応程度からしても同様なこと

が考えられる。低温下に於て、スギ種子の水分吸収速度が大であり、又前記3種子の内、スギ種子のみ発芽現象が認められたのであつて低温時の水分吸収は單に物理的な拡散作用によつて吸収するものでない。発芽に要する水分量も温度の低下と共に減少し、温度と水分との組合せに就ては考慮せられるものがある。スギ種子自体の性質として水分因子に対し最も敏感であり採取後の時期的に依る生理的变化と云うものも少なく、又温度差にもあまり他の針葉樹種の様に關係することなく貯藏物質の糖化現象がおこるものである。

次に解剖的性質よりスギ種子にはヒノキ及びアスナロ種子の様に樹脂嚢組織を有することなく唯僅かに石細胞柔組織及び栄養組織の周辺に樹脂反応が認められるものであり外界の諸因子に対する生理的作用はヒノキ及びアスナロ種子に比べ極めて小さなものであらうと考えられる。又タンニンの分布に就てはヒノキ及びアスナロ種子よりも廣く存在し、而も強反応を示しているものであり、タンニンそのものに就ての生理的な意義は未だ不明な点が多いが、外界に対する一種の保護的作用を有するものと思われる。然し乍ら水分の吸収面に於て樹脂程の抵抗性を有するとは考えられず、この点樹脂を多量に持つ種子は水分の吸収性に就て自ら調節する様なものであり長時間に亘つて発芽必要量に達し所謂種子自体の耐寒及び耐湿の性質が頗る大きいものであらうと考えられる。筆者はスギの自然落下種子の不発芽の原因に就て研究を試したのであるが、これを直ちに實際化する迄には現在の処その域に達していない。然し乍らこれを施業上有利に展開させる事が今後残された大きな問題であると考える。

(5) 摘 要

本研究はスギ天然更新に関して基礎的な問題である腐植質中に於ける自然落下種子の発芽生理に就て行つたものであるが、研究対象として40~60年生のスギを母樹とする種子及びそれ等の林内土壌であり主要な点は次の通りである。

1) 自然落下種子の発芽可能であるところの鉍質褐色土の pH 價は 5.5~5.6 又発芽困難である腐植質は 5.9~6.0 であつて両者共発芽生育に何等支障を來す事は無い。

2) 腐植質中で越冬した種子の発芽力は 5 月初旬で 4 % の発芽率を示しているが、それより 2 週間後は全く発芽能力を失つている。

3) 6 月上旬に於ける腐植質の含水量は鉍質褐色土の約 4 倍の量を示しており、又腐植質の理学的性質に関しては水と空気との含有率の差が頗る大きく、それが水分過剰に偏する大きな因子であつて、適量の割合であるとは云えない。

4) 自然落下に於て発芽容易であるヒノキ及びアスナロ種子に比較してスギ種子は吸水速度は速く水分透過性が著しく強い。

5) 25°C に於ける種子の水分吸収経過は大体 3 種子共同様な傾向を持つてゐるが就中スギ種子に就ては初期の急激な吸収の後に一旦僅かに重量の減少を示し、その後の発芽迄の吸収不連続期が長く、それが外界の不良環境因子に対する抵抗性を少なくしているのであらう。

6) 低温下の水分吸収は温度の低下することに依つてその吸収量も減少し従つて発芽要水量に影響す

ることが大きく吸収の絶対量は少なくなっている。+4°C 下のスギ種子に関し、置床後3日及び -4°C 下に於ても同様置床後7日目で発芽を示して居り、ヒノキ及びアスナロ種子の発芽は全くみられない。

7) 種子の貯蔵物質の変化は温度差に依りその程度の異なることは当然であるが、低温時のスギ種子の糖化現象は頗る強い反応を示しており、該種子の発芽に就て水分が生理的に作用する最も大きな支配因子であると思われる。

8) ヒノキ及びアスナロ種子に特別に樹脂が種子表面を全面的に覆い水分吸収力を頗る緩慢にさせ、又これが内部組織を保護するものであるが、スギ種子に関し僅かに栄養組織の周辺、石細胞及び柔組織中に存在しているだけで寧ろ内部組織を保護すべき物質はタンニンであり、それが極めて多く存在している。然し乍ら水分吸収に就ては何等影響することが無い。

以上の諸点が腐植質中に落下した種子の腐敗の原因になるのであると考えられる。

参 考 文 献

- 柴田信男 (1934) : 日本林学会誌 16巻5号 pp. 384~5
 柴田信男 (1934) : 日本林学会誌 16巻10号 pp. 803~6
 松川篤治 (1936) : 生態学研究 2巻1号 p. 21
 岡 英人 (1937) : 農業及園芸 12巻6号 pp. 1707~8
 趙 重九 (1942) : 育種研究 第1輯 pp. 69~72
 倉田益二郎 (1949) : 日本林学会誌 31巻12号 pp. 32~34
 佐藤彌太郎監修 (1950) : 杉の研究
 芝本武夫 (1951) 森林土壌学
 郷 正士 (1951) : 東大演報 39号 pp. 55~60
 畑野健一 (1951) : 日本林学会誌 33巻12号 p. 426
 William I. Stein (1951) : Journal of Forestry vol. 49 No. 6 pp. 448~9

Summary

The studies have been carried on the germinative property of self-sown seeds in humus, as a fundamental problem on the natural regeneration of *Cryptomeria japonica* D. DON.

The main results are as follows,

1. There was no difference on the pH between mineral brown soils in which seeds can easily germinate and humus in which seeds can hardly germinate. The germination of self-sown seeds is not due to the pH of those soils.
2. Germinating power of seeds, which tided over the winter in humus, had been shown to the germinating rate of 4 percent at early in May. But the germinating ability was not seen completely after two weeks from then.
3. The moisture content in humus was as four times as of that in mineral brown soils at early in June (Table. 2). There was a great difference between the content of moisture and that of air in humus. The excessive moisture does not makes a good environment for germination.
4. The absorption of water and its velocity of the seeds of *Cryptomeria japonica* are more faster than the seeds of *Chamaecyparis obtusa* and *Thujaopsis dolabrata* which can easily germinate.
5. In the temperature of 25°C, the materials were weighed every day one by one till they germinated, and the results were as Table 3 and Fig. 1.

However, the absorption of water in the seeds of *Cryptomeria japonica*, which was very great

at first, followed the decrease of weight soon after its quick rise. Then a long discontinuous period of the absorption of water had continued till the germination of the seeds began. In this period, the internal tissues were turning, most weak against the environment, as they were beginning to work.

6. The absorption of water into the seeds decreased with the falling temperature, as it was in the Table 4 and Fig. 2. Therefore a low temperature had an influence upon the requisite water to germinate and also it decreased the absolute quantity of absorbing water. The seeds of *Cryptomeria japonica*, germinated after three days since they had been put in the seed bed in the temperature of $+4^{\circ}\text{C}$, and also they germinated after seven days even in the temperature of -4°C . On the other hand, this was not found in seeds of *Chamaecyparis obtusa* and *Thujaopsis dolabrata*.

7. Even in low temperature, the saccharifying phenomenon in the seeds of *Cryptomeria japonica* was highly recognized by a Fehling's fluid. Moisture acted as the limiting factor on the germination of the seeds of *Cryptomeria japonica*.

8. The absorption of water in the seed of *Chamaecyparis obtusa* and *Thujaopsis dolabrata* were very slow by resin which secreted in the tissue of resin sacs and protected the internal tissues of seed. But resin in the seeds of *Cryptomeria japonica* was barely observed in the circumferential cells of vegetative tissues, stone cells and parenchymas, and it did not affect to the absorption of water.

保険料率のもとに生じた保険関係の料率が年数を経るにつれ逡減し4ヶ年後には $1/1,000$ 、8ヶ年後には $0.60/1,000$ 、19ヶ年後には $0.50/1,000$ 、22ヶ年後には零となるに至つた。即ち経験の教えるところによれば保険関係生起後22ヶ年間保険料払込が延滞しない時は、予備基金が蓄積せられ、それ以降は該基金の利子のみで損害填補に十分に充当し得るのである。一般に森林火災には異例な著しい火災を含むことがあるので森林火災保険の料率は幾分高めに置かれてきた。現今の保険料率（年間）は、期間10年の場合には $2.1/1,000$ 、22年の場合には $1.1/1,000$ である。

1912年の会社設立以来、森林火災保険にとつて第一の必要條件は森林火災警防であるということが認識された。森林火災予防法が制定され、火災の発見並に鎮圧を行う近代警防組織が確立された。会社はノールウェー南東部に約60の見張所を設置し地図・測距儀・電話機その他を備へつけた。通信網が張りめぐらされ、乾燥期には日曜日も電話係の活動が行われた。

会社は1912年に無基金で出発したのであるが今は

1,300,000ドルの基金を保有する。契約中の保険金額総計は1950年現在 104,500,000 ドルである。ノールウェーに於ける私有林価格中80%に相当する部分が現在保険に加入している。一方新形式の保険が1924年に始つた。この保険は「永続保険」として知られ、森林所有者は一度すべてに対し保険料を支払うことによつて永続的に保険をつけられた森林を所有し得るのである。その保険料率は現在 $18.3/1,000$ である。会社自身或は土地信用会社は保険に加入している森林に対し貸附を行つて居り、その貸附額は被保険森林評価総額の $6/10$ に達している。注目すべきことはノールウェー西海岸地域所在の大植林地所有者が特に森林火災保険に関心を示していることである。火災による経済的損失に対しあらゆる場合に填補されるので大植林地所有者の関心が深いのである。

結言するにノールウェーに於ける相互森林火災保険会社は極めて成功して居り、その経済的基盤廣く、将来の活動また充分に期待し得る。（佐藤元宏）